

## PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA RANOLAMBOT KECAMATAN KAWANGKOAN BARAT KABUPATEN MINAHASA

Dianty Elisa Umboh

Eveline M. Wuisan, Lambertus Tanudjaja

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: diantyumboh@gmail.com

### ABSTRAK

*Di desa Ranolambot sistem penyediaan air bersih belum tertata dengan baik. Pada musim hujan, terjadi kelongsoran di sumber air yang mengakibatkan air menjadi keruh, pipa-pipa tersumbat, dan ada yang bocor bahkan pecah. Sedang pada musim kemarau beberapa petani mengambil air dari pipa-pipa yang melewati perkebunan mereka untuk menyiram tanaman, sehingga mengakibatkan kerusakan pada pipa-pipa tersebut. Dengan demikian proses pendistribusian air bersih tidak merata. Sistem penyediaan air bersih di desa Ranolambot perlu diadakan perencanaan kembali agar dapat memenuhi kebutuhan air penduduk.*

*Sistem penyediaan air bersih di Desa Ranolambot direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2025. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana dilakukan menggunakan analisis regresi untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih.*

*Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Ranolambot hingga tahun rencana 2025 adalah 1321 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,108 liter/detik. Dalam perencanaan ini sumber air berasal dari mata air Patumu dengan debit sesaat sebesar  $\pm 5$  liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Dengan demikian kebutuhan air di Desa Ranolambot dapat terpenuhi. Pipa transmisi dihitung secara manual menggunakan rumus Hazen-Williams, dan didapat ukuran pipa 2 inci. Pipa distribusi utama juga dihitung dengan menggunakan rumus Hazen-Williams didapat ukuran pipa 2 inch. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 15 buah Hidran Umum.*

**Kata Kunci :** *Desa Ranolambot, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber utama bagi kehidupan manusia. Semua kegiatan manusia dari kebutuhan pangan hingga kebutuhan industri memerlukan air dalam jumlah yang cukup dengan kualitas yang sesuai kebutuhan. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan akan air ikut pula meningkat, sehingga ketergantungan manusia akan air semakin dirasakan.

Ranolambot adalah suatu desa yang terletak di kecamatan Kawangkoan Barat, kabupaten Minahasa. Desa Ranolambot dengan luas desa 771 Ha dan jumlah kepala keluarga 348 dengan jumlah penduduk 1122 jiwa pada tahun 2015. Penduduk desa Ranolambot dalam memenuhi kebutuhan air sehari-harinya hanya bergantung pada mata

air “Patumu” yang terletak di “Gunung Rindengan” di kaki “Gunung Soputan” yang berjarak kurang lebih 10 km dari desa Ranolambot, dengan debit sesaat 5 liter/detik. Sistem pengalirannya dibuat oleh penduduk sekitar bekerja sama dengan pemerintah setempat dan sistem pengaliran di buat sederhana. Distribusi keran umum tidak sesuai dengan jumlah penduduk yang ada.

Di desa Ranolambot sistem penyediaan air bersih belum tertata dengan baik. Pada saat musim hujan, terjadi kelongsoran di sumber air yang mengakibatkan, air menjadi keruh, pipa-pipa tersumbat dan ada yang bocor bahkan pecah. Dan pada saat musim kemarau beberapa petani mengambil air dari pipa-pipa yang melewati perkebunan mereka untuk menyiram tanaman, sehingga mengakibatkan kerusakan pada pipa-pipa tersebut.

Dengan demikian proses pendistribusian air bersih tidak merata. Sistem penyediaan air bersih di desa Ranolambot perlu diadakan perencanaan kembali, sehingga dapat mengalirkan air dari sumber air ke pipa-pipa distribusi, dan dapat terdistribusi secara merata ke hidran-hidran umum yang ditempatkan di tempat yang mudah dijangkau oleh penduduk.

### Tujuan Penelitian

Mendesain sistem penyediaan air bersih sehingga dapat memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Ranolambot.

### Manfaat Penelitian

Meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air, terutama sumber air bersih untuk masyarakat.

## LANDASAN TEORI

### Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

### Kebutuhan Air Domestik dan Kebutuhan Air Non Domestik

#### 1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Hidran Umum (HU).

Persamaan :

$$Q_d = Y \times S_d \quad (1)$$

dimana :

$Q_d$  = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

$S_d$  = Standart kebutuhan air domestik (liter/hari)

$Y$  = Jumlah penduduk (orang)

#### 2. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk

pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Persamaan :

$$Q_n = Q_d \times S_n \quad (2)$$

dimana :

$Q_n$  = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

$Q_d$  = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

$S_n$  = Standart kebutuhan air non domestik (liter/hari)

**Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan**

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup pelayanan	60-80%
4	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan Non-Domestik	5 %
6	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	15 %
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 $Q_r$
8	Pelayanan HU	100 orang/unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam Operasi	12 jam/hari
11	Aliran maksimum HU	3000 l/hari
12	Aliran maksimum SR	900 l/hari
13	Periode Perencanaan	10 tahun

Sumber: Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990

**Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan**

SPABP	Keterangan
Kran Umum atau Hidran Umum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cakupan pelayanan 60 - 100% jumlah penduduk</li> <li>Jarak minimum penempatan minimal 200 meter</li> <li>Pelayanan 30 – 60 l/hari/jiwa</li> <li>Faktor Kehilangan air 15% dari total kebutuhan air</li> <li>Faktor hari maksimum 1,1</li> <li>Faktor jam puncak 1,2</li> <li>Periode desain 5 – 10 tahun</li> </ul>

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006

### Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15 % dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Persamaan :

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (3)$$

dimana :

$Q_a$  = Debit kehilangan air (liter/hari)

$Q_d$  = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

$Q_n$  = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

$r_a$  = Angka presentase kehilangan air (%)

### Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Persamaan :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (4)$$

dimana :

$Q_t$  = Debit kebutuhan air total (liter/hari)

$Q_d$  = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

$Q_n$  = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

$Q_a$  = Debit kehilangan air (liter/hari)

### Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

### Sistem Pengaliran Air Bersih

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

#### 1. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

#### 2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

#### 3. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompa dan disimpan dalam reservoir distribusi.

### Kehilangan Energi Utama (*Major*)

Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energi oleh gesekan disebabkan karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih terjadi kehilangan energi walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energi, yaitu saat diameter kekasaran nol.

Besarnya kehilangan energi pada pipa menurut Hazen Williams dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \quad (5)$$

dimana :

$h_f$  = Kehilangan energi atau tekanan (*major* atau utama) (m)

$Q$  = Debit air dalam pipa ( $m^3/s$ )

$D$  = Diameter pipa (m)

$L$  = Panjang pipa (m)

$C_{HW}$  = Koefisien kehilangan energi Hazen Williams

Harga  $C_{HW}$  berkisar antara 110 hingga 140 untuk pipa baru. Untuk pipa lama yang sudah keropos (*tuberculated*), harga  $C_{HW}$  turun mencapai 90 atau 80 atau bahkan dibawah 50 untuk pipa baja dengan lapisan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Ranolambot Kecamatan Kawangkoan Barat Kabupaten Minahasa.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Luas Desa Ranolambot 771 Ha dan jumlah kepala keluarga 348 dengan jumlah penduduk 1122 jiwa pada tahun 2015. Secara geografis Desa Ranolambot terletak pada  $1^{\circ}12'0.90''$  Lintang Utara dan  $124^{\circ}44'45.37''$  Bujur Timur.

### Survey dan analisis ketersediaan air bersih

Untuk mengetahui potensi sumber air maka diperlukan data-data antara lain kecepatan dan luas penampang untuk mendapatkan debit, dan kualitas air dari sumber air. Pengukuran debit di sumber air di desa Ranolambot, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan metode *Volumetric method*, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air. Dalam satuan waktu tertentu, volume air yang tertampung akan dihitung kemudian dibagi dengan waktu maka didapat besar

debit. Sumber air bersih Desa Ranolambot adalah mata air “Patumu” dengan debit mata air hasil pengukuran 5 liter/detik disaat musim kemarau.

### Survey dan analisis perkembangan jumlah penduduk

Dari tahun ke tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat. Jumlah penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana (2025). Perhitungan jumlah penduduk desa Ranolambot sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2025), dibuat dalam 3 proyeksi :

- Analisis Regresi Linear
- Analisis Regresi Logaritma
- Analisis Regresi Eksponensial

### Survey dan investigasi kebutuhan air baku untuk air bersih

Survey dan investigasi dilakukan dengan cara wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

### Desain sistem penyediaan air bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

- Sumber mata air

Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.

- Bangunan pengolahan air

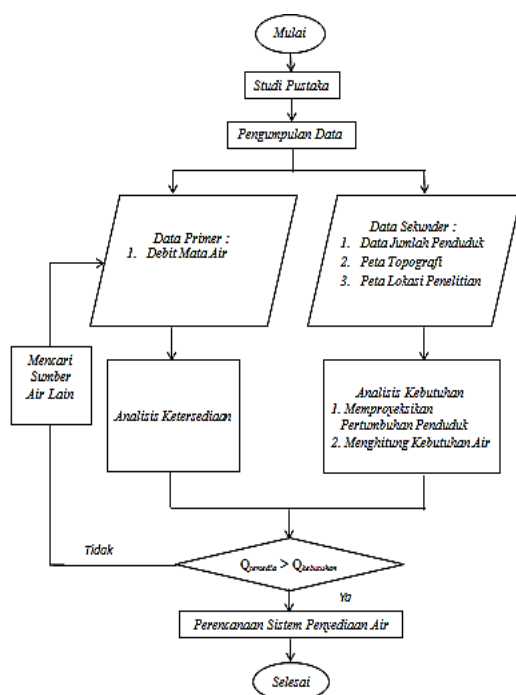
Bangunan pengolahan air terdiri dari bronkaptering yaitu bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air. Reservoir distribusi dibuat untuk menampung air bersih dari

bronkaptering kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan/konsumen melalui jaringan pipa distribusi, dan juga reservoir berfungsi menyimpan air untuk mengatasi fluktuasi pemakaian air yang berubah tiap jam. Hidran Umum (HU) adalah tempat penampungan air untuk pelayanan air kepada masyarakat.

#### c. Desain sistem jaringan pipa

Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams.

### Bagan Alir Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber air yaitu mata air “Patumu” yang terletak  $\pm 10$  km dari Desa Ranolambot diperoleh debit mata air 5 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Pengukuran mata air dilakukan pada saat musim kemarau panjang.

### Analisis Pertumbuhan Penduduk

Dalam menganalisis kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini. Data jumlah penduduk

yang diperoleh untuk Desa Ranolambot hanya tahun 2015 yaitu 1122 jiwa, untuk Kecamatan Kawangkoan Barat hanya tahun 2012 – 2015.

**Tabel 3. Data Penduduk Kecamatan Kawangkoan Barat Kabupaten Minahasa**

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2012	8920
2	2013	9092
3	2014	9256
4	2015	9422

Sumber : Kantor Kecamatan Kawangkoan Barat

Karena data jumlah penduduk yang diperoleh di Desa Ranolambot hanya tahun 2015, maka diasumsikan pertumbuhan penduduk di Desa Ranolambot sejalan dengan pertumbuhan di Kecamatan Kawangkoan Barat. Analisis pertumbuhan penduduk dilakukan untuk Kecamatan Kawangkoan Barat, kemudian jumlah penduduk di tahun 2016 – 2025 untuk Desa Ranolambot, dihitung berdasarkan prosentase penduduk Desa Ranolambot terhadap penduduk Kecamatan Kawangkoan Barat di tahun 2015.

**Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi**

No	Metode Analisis Regresi	Koefisien korelasi ( $r$ )	Koefisien Determinasi ( $r^2$ )	Standart Error ( $Se$ )
1	Linear	0,99994980	0,99989961	2,64575131
2	Logaritma	0,98191727	0,96416153	49,98998518
3	Eksponensial	0,99984909	0,99969821	409,37129274

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai  $r$  (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki *standart error* ( $Se$ ) yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisa didapat Analisis Regresi Linear memiliki nilai  $r$  (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,99989961, dan yang memiliki standart error ( $Se$ ) yang paling kecil yaitu 2,64575131.

**Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Ranolambot dengan Analisa Regresi Linear**

Tahun	Jumlah penduduk Kecamatan Kawangkoan Barat	Jumlah penduduk Desa Ranolambot
2015	9422	1122
2016	9590	1142
2017	9757	1162
2018	9924	1182
2019	10091	1202
2020	10258	1222
2021	10425	1241
2022	10592	1261
2023	10759	1281
2024	10926	1301
2025	11093	1321

**Analisis Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari lebih besar dari standar perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 liter/orang/hari. Diambil lebih besar dari standar karena kebutuhan air bersih setiap tahun meningkat dan debit yang tersedia di mata air cukup besar. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2025.

**Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Ranolambot**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2016	1142	0,793
2017	1162	0,807
2018	1182	0,821
2019	1202	0,834
2020	1222	0,848
2021	1241	0,862
2022	1261	0,876
2023	1281	0,890
2024	1301	0,904
2025	1321	0,917

**Analisis Kebutuhan Air Non Domestik**

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5 % dari kebutuhan air domestik.

**Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Ranolambot**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)	Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	$Qn = Qd \times 5\%$
2016	1142	0,793	0,040
2017	1162	0,807	0,040
2018	1182	0,821	0,041
2019	1202	0,834	0,042
2020	1222	0,848	0,042
2021	1241	0,862	0,043
2022	1261	0,876	0,044
2023	1281	0,890	0,044
2024	1301	0,904	0,045
2025	1321	0,917	0,046

**Analisis Kehilangan Air**

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

**Tabel 8. Kehilangan Air Desa Ranolambot**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kehilangan air (Liter/ Detik)
X	Y	$Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$
2016	1142	0,125
2017	1162	0,127
2018	1182	0,129
2019	1202	0,131
2020	1222	0,134
2021	1241	0,136
2022	1261	0,138
2023	1281	0,140
2024	1301	0,142
2025	1321	0,144



### Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

**Tabel 9. Kebutuhan Air Total Desa Ranolambot**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$
2016	1142	0,958
2017	1162	0,974
2018	1182	0,991
2019	1202	1,008
2020	1222	1,024
2021	1241	1,041
2022	1261	1,058
2023	1281	1,074
2024	1301	1,091
2025	1321	1,108

### Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,5.

**Tabel 10. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Q_m = 1,1 \times Q_t$	$Q_p = 1,5 \times Q_t$
2016	1142	1,053	1,436
2017	1162	1,072	1,461
2018	1182	1,090	1,486
2019	1202	1,108	1,511
2020	1222	1,127	1,536
2021	1241	1,145	1,561
2022	1261	1,163	1,587
2023	1281	1,182	1,612
2024	1301	1,200	1,637
2025	1321	1,218	1,662

### Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Hidran Umum

Hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Hidran umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah perhidran umum (HU) adalah 100 orang/unit. Jumlah penduduk : 1389 Jiwa  
Jumlah hidran :  $1389/100 = 13,89 = 15$  hidran (supaya distribusi lebih merata).  
Kebutuhan air total : 1,108 liter/detik.  
Kebutuhan air pada jam puncak : 1,662 liter/detik.

Setiap hidran direncanakan dapat melayani 100 jiwa dan dipakai hidran umum (HU) dengan kapasitas 2000 liter ( $2 \text{ m}^3$ ). Suplai air ke hidran umum berlangsung 24 jam.

Penempatan Hidran Umum di desa adalah sebagai berikut :



**Gambar 2. Penempatan Hidran Umum di Desa Ranolambot**

### Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (*bronkaptering*) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air Patumu dengan debit sesaat 5 liter/detik, yang terletak pada jarak  $\pm 10$  km dari desa Ranolambot, pada elevasi + 1210 m dari permukaan laut. Bronkaptering berfungsi untuk menangkap dan menampung titik-titik mata air, kemudian dari bak penampung, air dialirkan ke bangunan reservoir.

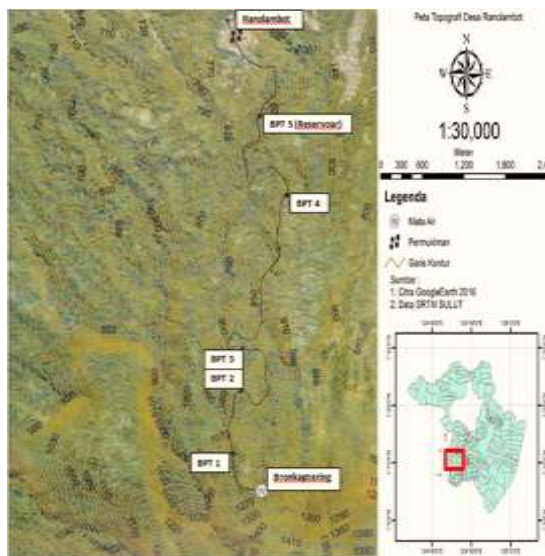
Direncanakan dimensi bak pengambilan air adalah sebagai berikut :

Panjang : 2 meter  
Lebar : 1,5 meter  
Tinggi : 1,5 meter

Volume bak pengambilan air  
 $= 2 \times 1,5 \times 1,5$   
 $= 4,5 \text{ m}^3$

### Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir (Bak Pelepas Tekan 5)

Pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai reservoir menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai reservoir harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok – belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen –Williams. Air dialirkan secara gravitasi.



Gambar 3. Jaringan Perpipaan

### Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan 1

$h_1 = 1210 \text{ m}$  ( Elevasi muka air di dalam bronkaptering )  
 $h_2 = 1132 \text{ m}$  ( Elevasi ujung pipa keluaranya air di BPT 1 )  
 $h = 1210 \text{ m} - 1132 \text{ m} = 78 \text{ m}$   
 $Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$   
 $D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$   
 $L = 580 \text{ m} + (580 \text{ m} \times 20\%) = 696 \text{ m}$   
 ( Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok – belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta )  
 $C_{HW} = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 696$$

$$h_f = 11,270 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

11,270 m < 78 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{11,270}{696} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

### Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 1 ke Bak Pelepas Tekan 2

$h_1 = 1130,7 \text{ m}$  (Elevasi muka air terendah di BPT 1)

$h_2 = 1042 \text{ m}$  (Elevasi ujung pipa keluaranya air di BPT 2)

$$h = 1130,7 \text{ m} - 1042 \text{ m} = 88,7 \text{ m}$$

$$Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 700 \text{ m} + (700 \text{ m} \times 20\%) = 840 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 840$$

$$h_f = 13,602 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

13,602 m < 88,7 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{13,602}{840} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

### Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 2 ke Bak Pelepas Tekan 3

$h_1 = 1040,7 \text{ m}$  (Elevasi muka air terendah di BPT 2)

$h_2 = 952 \text{ m}$  (Elevasi ujung pipa keluaranya air di BPT 3)

$$h = 1040,7 \text{ m} - 952 \text{ m} = 88,7 \text{ m}$$

$$Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 1160 \text{ m} + (1160 \text{ m} \times 20\%) = 1392 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$



$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 1392$$

$$h_f = 22,540 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

$$22,540 \text{ m} < 88,7 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{22,540}{1392} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

### Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 3 ke Bak Pelepas Tekan 4

$h_1 = 950,7 \text{ m}$  (Elevasi muka air terendah di BPT 3)

$h_2 = 852 \text{ m}$  (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 4)

$$h = 1040,7 \text{ m} - 952 \text{ m} = 98,7 \text{ m}$$

$$Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 2160 \text{ m} + (1160 \text{ m} \times 20\%) = 2592 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 2592 \text{ m}$$

$$h_f = 41,970 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

$$41,970 \text{ m} < 98,7 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{41,970}{2592} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

### Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 4 ke Bak Pelepas Tekan 5 (Reservoar)

$h_1 = 850,7 \text{ m}$  (Elevasi muka air terendah di BPT 4)

$h_2 = 763,5 \text{ m}$  (Elevasi ujung pipa keluarnya air di Reservoar)

$$h = 850,7 \text{ m} - 763,5 \text{ m} = 87,2 \text{ m}$$

$$Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$$

$$L = 1560 \text{ m} + (1560 \text{ m} \times 20\%) = 1872 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 1872 \text{ m}$$

$$h_f = 30,312 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

$$30,312 \text{ m} < 87,2 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{30,312}{1872} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

### Desain Reservoar Distribusi dan Bak Pelepas Tekan

Reservoar dibuat untuk menampung air bersih dari bronkaptering kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan/konsumen (Hidran Umum) melalui jaringan pipa distribusi. Reservoar distribusi merupakan tempat penampungan air sementara yang menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai, dan digunakan untuk menutupi kekurangan disaat pemakaian lebih besar dari suplai. Lokasi reservoar harus direncanakan sehingga elevasinya masih memungkinkan adanya tekanan di lokasi pelayanan/konsumen.

Direncanakan dimensi reservoar dan BPT :

Panjang : 4,0 m

Lebar : 4,0 m

Tinggi : 2,7 m

Maka, volume reservoar dan BPT

$$= 4,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 43,20 \text{ m}^3$$

Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,3 m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,2 m. Sehingga tinggi total dari reservoar distribusi adalah  $2,7 \text{ m} + 0,3 \text{ m} + 0,2 \text{ m} = 3,2 \text{ m}$ .

### Desain Pipa Distribusi Utama dari Reservoar ke Konsumen

Pipa disribusi utama mulai dari reservoar sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaian dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.

Pipa Distribusi Utama yakni dari reservoar ke daerah pelayanan terjauh yaitu HU 1, 2, 3  
 $Q = 1,662 \text{ liter/detik} = 0,001662 \text{ m}^3/\text{detik}$   
 $h_1 = 761 \text{ m}$  (Elevasi muka air terendah di reservoar)

$h_2 = 707 \text{ m}$  (Elevasi ujung pipa terjauh)

$$h = 761 \text{ m} - 707 \text{ m} = 54 \text{ m}$$

$$D = 3 \text{ inch} = 0,0762 \text{ m}$$

$$L = 1360 \text{ m} + (1632 \text{ m} \times 20\%) = 1632 \text{ m}$$

$$C_{HW} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001662^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0762^{4,8704}} \times 1632$$

$$h_f = 26,426 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f < h$  (OK)

26,426 m < 54 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{26,426}{1632} = 0,01619231$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0762^{0,63} \times 0,01619231^{0,54}$$

$$V = 0,8193 \text{ m/det}$$

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Ranolambot Kecamatan Kawangkoan Barat, memanfaatkan mata air Patumu dengan debit sesaat 5 liter/detik. Debit sesaat mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Ranolambot sampai tahun 2025 dengan total kebutuhan 1,108 liter/detik.
- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dari ketiga analisa regresi yang digunakan, yaitu analisis regresi linier, analisis regresi logaritma dan analisis

regresi eksponensial, proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linier karena memiliki nilai  $r$  (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error (Se)* terkecil.

- Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering dengan ukuran 2m × 1,5m × 1,5m.
- Reservoir Distribusi mempunyai ukuran 4,0 m × 4,0m × 2,7m.
- Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 15 buah Hidran Umum yang dengan menggunakan pipa transmisi 2" atau 50,8 mm dan pipa distribusi utama 2" atau 50,8 mm.

## Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Harus dilakukan perlindungan terhadap sumber air di daerah imbuhan (*recharge*) dari mata air.
- b. Harus diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Radiana Triatmadja 2009. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta. Hal Bab 1 (1 - 39), Bab 2 (1 - 68), Bab 3 (1 - 45), dan Bab 4 (1 - 28).
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado. Hal 1 - 106
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Buku – III , Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado. Hal 1 – 18
- Tanudjaja, L. 2010. *Diktat Aliran Melalui Ambang Ukur, Lobang, Dan Pipa* (Bagian Dari Materi Perkuliahan Mekanika Fluida Program Studi S1 Teknik Sipil). Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado. Hal. (11-1) - (11-7)
- \_\_\_\_\_, Pedoman / Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian : 5 (Volume 1) Air Minum Pedesaan (Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan), Edisi Pertama, NSPM KIMPRASWIL, Desember 2002. Hal 20 – 39, 79 – 96, 116 – 179, 206 – 301, 329 – 424.